

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/080823 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F16H 1/28**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000358

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Januar 2005 (15.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 006 723.6  
11. Februar 2004 (11.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; 88038  
Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHULZ, Horst**  
[DE/DE]; Königsberger Strasse 3, 88045 Friedrichshafen  
(DE). **KIRSCHNER, Tino** [DE/DE]; Mariabrunnstr. 59,  
88097 Eriskirch (DE).

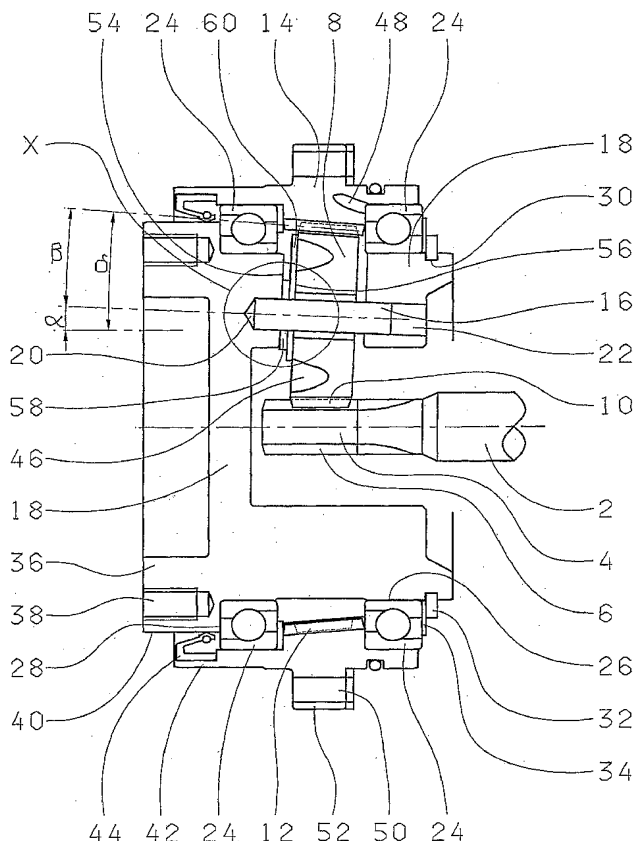
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ZF FRIEDRICHSHAFEN  
AG**; 88038 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PLANETARY GEAR TRAIN

(54) Bezeichnung: PLANETENRADGETRIEBE



(57) Abstract: The invention relates to a planetary gear train comprising planetary gears (8) which are rotatably mounted on a planet carrier (18) and whose teeth engage with an internally toothed ring gear (14) and a sun gear (4). In order to be able to adjust the backlash of the planetary gears (8) in a simplified, process-safe, and inexpensive manner without axially displacing the sun gear (4), the ring gear (14) and the planetary gears (8) are embodied conically, the planetary gear shafts (16) are retained in the planet carrier (18) at an inclined angle ( $\alpha$ ), the planetary gears (8) are arranged so as to be axially movable on the planetary gear shafts (16) assigned thereto, and the position of the planetary gears (8) within the planetary gear train can be adjusted for adjusting the backlash with the aid of adjusting means.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Planetenradgetriebe mit einem Planetenträger (18) drehwirksam gelagerten Planetenrädern (8), die im Zahneingriff mit einem innenverzahnten Hohlrad (14) und einem Sonnenrad (4) stehen. Für eine vereinfachte, prozesssichere und kostengünstige Verzahnungsspieleinstellung der Planetenräder (8) ohne Axialverschiebung des Sonnenrades (4) ist vorgesehen, dass das Hohlrad 14 und die Planetenräder (8) konisch ausgebildet sind, dass die Planetenradachsen (16) unter einem Achsneigungswinkel ( $\alpha$ ) im Planetenradträger (18) gehalten sind, dass die Planetenräder (8) auf den ihnen zugeordneten Planetenradachsen (16) axial verschiebbar angeordnet sind, und dass die Position der Planetenräder (8) im Planetengetriebe durch Einstellmittel für eine Verzahnungsspieleinstellung einstellbar ist.

WO 2005/080823 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

### Planetenradgetriebe

Die Erfindung betrifft ein Planetenradgetriebe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Allgemein bekannt ist das technische Problem, Planetenradgetriebe in spielarmer Ausführung mit üblichen Fertigungsmethoden kostengünstig herzustellen. Als Lösung wurde beispielsweise vorgeschlagen, eine Kombination von eingeschränkten Fertigungstoleranzen mit einer Klassifizierung von in mehrere Spielklassen eingeteilten Planeten, Hohlräder und Sonnenräder vorzusehen. Hierbei erfolgt die Spielmessung und Ermittlung der geeigneten Paarungsteile nach jedem Montagezwischenschritt. Solche Montageverfahren sind ab bestimmten Spielanforderungen infolge der Anzahl der vorzuhaltenden Paarungsteile, der Messkontrollen und der umständlichen Montage nicht mehr wirtschaftlich. Versuche, die Montage durch verminderte Messkontrollen dennoch wirtschaftlich zu gestalten, haben sich als nicht prozesssicher herausgestellt, da eine erhöhte Rückmontagequote von außerhalb der Toleranzen liegenden Planetenradgetrieben zu verzeichnen war.

Zudem ist aus der EP 1 188 002 B1 ein hochübersetzendes Wolfrom-Planetengetriebe mit einem Sonnenrad, zwei innenverzahnten Hohlrädern und doppelkonisch ausgebildeten Planetenrädern bekannt. Der Antrieb dieses Getriebes erfolgt über das Sonnenrad auf die Planetenräder, die mit den beiden Hohlrädern kämmen. Der Abtrieb erfolgt über eines der beiden Hohlräder, während das andere Hohlrad feststeht.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Planetenradgetriebe bereitzustellen, welches eine prozesssichere, kostengüns-

tige und reproduzierbare Verzahnungsspieleinstellung in einfacher Art und Weise ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen des Hauptanspruchs, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnehmbar sind.

Demnach geht die Erfindung aus von einem Planetenradgetriebe mit an einem Planetenträger drehwirksam gelagerten Planetenrädern, die im Zahneingriff mit einem innenverzahnten Hohlrad und einem Sonnenrad stehen. Zudem ist bei diesem Planetengetriebe vorgesehen, dass das Hohlrad und die Planetenräder konisch ausgebildet sind, dass die Planetenradachsen unter einem Achsneigungswinkel  $\alpha$  im Planetenradträger gehalten sind, dass die Planetenräder auf den ihnen zugeordneten Planetenradachsen axial verschiebbar angeordnet sind, und dass die Position der Planetenräder im Planetengetriebe durch Einstellmittel für eine Verzahnungsspieleinstellung einstellbar ist.

Dieser Aufbau hat den gewünschten Vorteil, dass die Planetenräder in Abhängigkeit von den verwendeten Einstellmitteln soweit axial auf ihrer Planetenradachse verschiebbar ist, dass sich infolge der konischen Hohlradinnenverzahnung das gewünschte Zahnflankenspiel einstellt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Sonnenrad eine zumindest angenähert zylindrische Außenverzahnung aufweist. Zudem wird es als sehr sinnvoll eingeschätzt, wenn der Konuswinkel  $\beta$  der Zahnflanken der Planetenräder derart auf den Achsneigungswinkel  $\alpha$  der Planetenradachsen abgestimmt ist, dass die Zahnflanken des Sonnenrads und die Zahnflanken der Planetenräder sich über die gesamte Zahnbreite berühren.

Dabei ist es in diesem Zusammenhang vorteilhaft, wenn der Achsneigungswinkel  $\alpha$  der Planetenradachsen zumindest angenähert dem Konuswinkel  $\beta$  der Zahnflanken der Planetenräder entspricht. Gemäß einer anderen Ausgestaltungsform der Erfindung ist zudem vorgesehen, dass der Achsneigungswinkel  $\alpha$  der Planetenradachsen zumindest angenähert der Hälfte des Konuswinkels der Zahnflanken des Hohlrades entspricht.

Eine weitere Variante sieht vor, dass der Planetenträger in dem Hohlrad drehbar gelagert ist. Dazu kann vorgesehen sein, dass zwei Lager beiderseits der Verzahnungsebene der Planetenräder angeordnet sind, die vorzugsweise zwischen dem Hohlrad und dem Planetenträger positioniert und als Schräglager in O-Anordnung ausgebildet sind.

Ein anderes Merkmal des erfindungsgemäß ausgebildeten Planetengetriebes besteht darin, dass der Planetenträger mit einer Abtriebswelle dieses Getriebes verbunden ist, während das Sonnenrad auf einer Antriebswelle eines Antriebsmotors befestigt ist.

Hinsichtlich der Spieleinstellmittel wird es als vorteilhaft angesehen, wenn diese Einstellmittel zwischen dem Planetenradträger und den Planetenrädern einstellwirksam angeordnet sind.

Gemäß einer Variante kann in diesem Zusammenhang vorgesehen sein, dass die Einstellmittel zwischen dem Planetenradträger und dem Hohlrad wirksame, deren relative axiale Lage zueinander bestimmende Passscheiben und/oder Distanzscheiben umfassen.

Nach einer anderen Variante sind zwischen dem Planetenradträger und den Planetenrädern einstellwirksam angeordneten Einstellmittel als koaxial zu den Planetenradachsen angeordnete Distanzstücke ausgebildet. Diese Distanzstücke können dabei als koaxial zu den Planetenradachsen angeordnete Einstellfedern, beispielsweise als Schrauben- beziehungsweise Tellerfedern ausgebildet sein.

Entsprechend einer weiteren Variante kann vorgesehen sein, dass die zwischen dem Planetenradträger und den Planetenrädern wirksam angeordneten Einstellmittel als in den Planetenradträger eingesetzte, stufenlos zustellbare Gewindestifte ausgebildet sind, welche eine besonders feine Einstellung ermöglichen und zudem ohne jeglichen Demontageaufwand einstellbar sind.

Zur Beeinflussung des Verformungsverhaltens der Planetenräder und/oder des Hohlrads können diese einen Einstich aufweisen, wobei der in den Planetenrädern ausgebildete Einstich rotationssymmetrisch umlaufend ausgebildet ist. Es kann aber auch von Vorteil sein, wenn mehrere umfangsbeabstandete Einstiche in den Planetenrädern angeordnet sind.

Durch diese Maßnahme kann das elastische Verformungsverhalten gezielt beeinflusst werden. So kann beispielsweise erreicht werden, dass sich der mittlere Achsabstand der Planetenradachsen untereinander geringfügig vergrößert, so dass bei axialer Zustellung der Planetenräder zunächst der Zahnkontakt zwischen Hohlradinnenverzahnung und Planetenradaußenverzahnung eingestellt ist, während sich dann durch weiteres axiales Zustellen ohne Eingengung dieses Zahnkontaktes der weitere Zahneingriff zwischen den Planeten und dem Sonnenrad einstellt.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung kann für erhöhte Spielanforderungen vorgesehen sein, dass zusätzliche Einstellmittel angeordnet sind, welche die relative axiale Position von Hohlrad und Planetenradträger zueinander bestimmen. Dieses kann z. B. in vorteilhaft einfacher Weise durch in ihren Dimensionen geeignet gewählte Passscheiben erfolgen, welche in einen Einstich des Planetenradträgers eingelegt sind. Die Spieleinstellung des Getriebes erfolgt dann zweistufig.

Vorzugsweise als erster Schritt wird mit den eingangs genannten, zwischen Planeten und Träger wirksamen Einstellmitteln das Spiel zwischen Planeten und Sonne eingestellt, während im zweiten Schritt das Spiel zwischen Hohlrad und Planeten eingestellt wird. Hierdurch kann eine separate, exakte Spieleinstellung der beiden Zahneingriffe erfolgen.

Die bevorzugt zylindrische Sonnenradverzahnung ist im Betriebszustand ungehindert axial verschiebbar, so dass sie mit einer antreibenden Motorwelle, die typischerweise im Betrieb thermischen Längenänderungen und sonstigen antriebsbedingten Axialbewegungen unterliegt, direkt und ohne axiale Stützlager oder Ausgleichsmittel verbunden werden kann. Alle spielmaßgeblichen Bauteile lassen sich dabei mit üblichen, prozesssicheren und kostengerechten Fertigungstoleranzen herstellen.

Auch bei der zweistufigen Spieleinstellung können die Materialfreistellungen vorteilhaft eingesetzt werden, da somit periodische fertigungstypische Fehler der beteiligten Bauteile deutlich seltener zu Klemmerscheinungen oder sonstigen Schäden führen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung kann insbesondere bei Getrieben mit einer erhöhten Anzahl von Planeten vorgesehen sein, dass ein einziges,

zwischen Planeten und Träger wirksames Einstellmittel auf alle Planeten gemeinsam einwirkt.

Schließlich ist vorgesehen, dass das Übersetzungsverhältnis des Getriebes einen Wert hat, der kleiner oder gleich zwölf ist.

Vorteilhafter Weise ist es durch die Erfindung möglich, auf die eingangs genannte aufwändige Paarung von klassifizierten Getriebebauteilen zu verzichten. Nach der Montage des Getriebes wird das Zahnflankenspiel ohne Einstellmittel bestimmt und anschließend über geeignete Wahl der Dicke von z. B. den genannten Anlaufscheiben das gewünschte Spiel eingestellt. Dabei führt die geneigte Planetenradachsenanordnung dazu, dass mit wachsender Dicke das Planetenrad auf seiner Achse das Zahnflankenspiel verkleinernd verschoben wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispiel. In dieser zeigt

Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Planetengetriebes,

Fig. 2 eine Einzelheit X gemäss Figur 1 einer zweiten Ausführungsform, und

Fig. 3 einen Ausschnitt ähnlich Figur 2 einer dritten Ausführungsform.

Ein erfindungsgemäß ausgebildetes Planetenradgetriebe ist gemäss Fig. 1 wie folgt aufgebaut. Eine Welle 2 trägt ein Sonnenrad 4 mit einer Außenverzahnung 6. In diese Außenverzahnung 6 greifen mehrere Planetenräder ein, von denen nur ein Planetenrad 8 in der Zeichnungsebene liegend gezeigt



ist. Eine Außenverzahnung 10 des Planetenrades 8 kämmt sowohl mit der Außenverzahnung 6 des Sonnenrades 4 wie auch mit der Innenverzahnung 12 eines Hohlrades 14.

Das Planetenrad 8 ist auf einer Planetenradachse 16 drehbar gelagert, welche drehfest in einen Planetenradträger 18 eingesetzt ist. Dabei greift die Planetenradachse 16 mit ihrem gemäß Fig. 1 links liegenden Ende klemmend in ein Sackloch 20 des Planetenradträgers 18 ein, während sich das entsprechend rechts liegende Ende in einer Durchgangsöffnung 22 abstützt.

Das Hohlrad 14 stützt sich unter Zwischenschaltung von schräg angestellten Kugellagern 24 auf einer Schulter 26 des Planetenradträgers 18 ab. Axial ist das Hohlrad 14 gegenüber dem Planetenradträger 18 mittels Anlage des gemäß Fig. 1 links liegenden Kugellagers 24 an einem Axialbund 28 und einer in einem Einstich 30 des Planetenradträgers 18 eingesetzten Passscheibe 32 gesichert, welche ihrerseits unter Zwischenschaltung einer Scheibe 34 am rechts liegend gezeigten Kugellager 24 unmittelbar angrenzt.

Der Planetenradträger 18 trägt einen Flansch 36, in den umfangsverteilte Gewindebohrungen 38 eingebracht sind. Zwischen einer Außenumfangsfläche 40 des Flansches 36 und einem Hülsenbund 42 des Hohlrades 14 ist ein Radialwellendichtring 44 dichtwirksam angeordnet.

Außerdem sind in dem Planetenrad 8 und dem Hohlrad 14 Materialfreistellungen in Form von Einstichen 46, 48 eingebracht. Die dem Planetenrad 8 zugeordneten Materialfreistellungen sind hier als ein rotationssymmetrisch umlaufender Einstich 46 ausgebildet, sie können jedoch auch als mehrere umfangsbeabstandete Einstiche 46 angeordnet sein.

Die dem Hohlrad 14 zugeordnete Materialfreistellung ist als rotations-symmetrisch von dem rechts liegend gezeigten Kugellager 24 ausgehend in Außenrichtung geneigt verlaufender Einstich 48 ausgebildet. Das Hohlrad 14 trägt auf seiner Außenseite einen durchgehende Öffnungen 50 aufweisenden Ringflansch 52.

Des weiteren ist die Außenverzahnung 6 des Sonnenrades 4 zylindrisch zur Welle 2 ausgebildet. Die Planetenradachsen 16 sind unter einem Achsneigungswinkel  $\alpha$  zur Welle 2 geneigt, und die Außenverzahnung 10 der Planetenräder 8 ist konisch ausgebildet sowie unter einem Konuswinkel  $\beta$  zur Planetenradachse 16 geneigt angeordnet. In Addition der Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  ist der Gesamtkonuswinkel  $\delta$  der Innenverzahnung 12 zur Welle 2 vergleichsweise groß. Der Konuswinkel  $\beta$  ist dabei derartig auf den Achsneigungswinkel  $\alpha$  der Planetenradachsen 16 abgestimmt, dass sich die Zahnflanken von Sonnenrad 4 und Planetenrad 8 über deren gesamte Zahnbreite berühren.

Zwischen einer dem Planetenrad 8 zugewandten Innenfläche 54 des Planetenträgers 18 und einer dieser zugewandten Stirnfläche 56 des Planetenrades 8 ist ein als scheibenartiges Distanzstück 58 ausgebildetes Einstellmittel für die Verzahnungsspieleinstellung des Planetenrades 8 angeordnet, wobei das Distanzstück 58 planetenradseitig an einem angeformten Bund 60 zur Anlage kommt.

Bei relativ kleinen bis mittleren Anforderungen an das zwischen den Zahnradpaarungen Außenverzahnung 6 / Außenverzahnung 10 und Innenverzahnung 12 / Außenverzahnung 10 herrschenden Zahnflankenspieles kann das Gesamt-Getriebespiel wie folgt eingestellt werden.

In Abhängigkeit vom gewünschten Spiel werden Distanzstücke 58, z. B. Anlaufscheiben mit unterschiedlichem Dickenmaß eingesetzt. Diese können ringförmig ausgebildet coaxial zur Planetenradachse 16 angeordnet oder als geschlitzter Ring ausgebildet sein, welcher mittels des nicht gezeigten Schlitzes über die Planetenradachse 16 geschoben wird.

Die axiale Verschiebbarkeit des Planetenrades 8 gegenüber der Planetenradachse 16 bewirkt, dass sich in Abhängigkeit von der Dicke der Anlaufscheibe die Zahnspiele in den beiden vorstehend beschriebenen Zahnradeingriffen etwa in gleicher Weise ändern. Beide Eingriffe lassen sich somit mit einem Einstellmittel ändern.

Die Einstiche 46 und 48 verbessern das elastische Verhalten des Planetenradgetriebes. Form und Querschnittsfläche dieser Einstiche 46, 48 sind derart bemessen, dass sich gezielt für beide Zahnradeingriffe die gewünschten Spiele einstellen. Der Einstich 46 ist dabei so bemessen, dass sich der mittlere Achsabstand zwischen den Planetenradachsen 16 gegenüber einem unbelasteten Zustand leicht vergrößert. Hierdurch wird bei axialer Zustellung des Planetenrades 8 der Zahnkontakt zwischen Innenverzahnung 12 und Außenverzahnung 10 etwas früher erreicht als in der Eingriffspaarung zwischen Planetenrad 8 und Sonnenrad 4. Bei weiterer axialer Zustellung des Planetenrades 8 wird unter kalkulierter elastischer Verformung der beteiligten Bauteile im elastischen axialen Zusatzweg auch der gewünschte enge Zahnkontakt zwischen Planetenrad 8 und Sonnenrad 4 erreicht.

Bei erhöhten Anforderungen an das Gesamt-Getriebespiel sind getrennte Einstellmittel für die beiden Zahneingriffe vorgesehen. Die Zahnflankenspieleinstellung zwischen dem Sonnenrad 4 und dem Planetenrad 8 erfolgt in der zuvor beschriebenen Weise mittels dem Distanzstück 58.

Das Zahnflankenspiel zwischen Planetenrad 8 und Hohlrad 14 erfolgt durch Einstellung der relativen axialen Lage des Hohlrades 14 zum Planetenradträger 18. Zu diesem Zweck werden mit dem gewünschten Zahnflankenspiel korrespondierend dimensionierte Passscheiben 32 und/oder Scheiben 34 verwendet.

Fig. 2 zeigt in einer Einzelheit X gemäss Fig. 1 eine zweite Ausführungsform der Einstellmittel. Zwischen dem Bund 60 und der Innenfläche 54 ist hier eine tellerfederartige Einstellfeder 62 wirksam. Die Federrate ist dabei so gewählt, dass eine für das gewünschte Zahnflankenspiel ausreichende Druckkraft auf das Planetenrad 8 wirkt. Ansonsten sind mit dieser Ausführungsform die gleichen im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Maßnahmen durchführbar und Effekte erzielbar.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der Einstellmittel in Form eines stufenlos zustellbaren Gewindestiftes 64. Dieser wird über eine in den Flansch 36 eingebrachte Bohrung 66 in ein entsprechendes Gewinde eingesetzt. Durch Eindrehen des Gewindestiftes 64 gelangt dieser in Kontakt mit dem Bund 60 des Planetenrades 8 und verschiebt dieses in der bereits zuvor beschriebenen Weise axial. Auch diese Ausführungsform ermöglicht das Einstellen der beiden Zahnradpaarungen gemeinsam oder getrennt in Verbindung mit der Passscheibe 32 wie zuvor im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben.

Unabhängig von der Art der Einstellmittel erfolgt der Antrieb des Planetenradgetriebes über die Welle 2; somit überträgt das Sonnenrad 4 die eingebrachte Leistung auf die Planetenräder 8. Die Welle 2 ist zu diesem Zweck beispielsweise mit einem nicht gezeigten Elektromotor in Eingriff bringbar.

Das Hohlrad 14 ist in nicht näher gezeigter Weise mittels die Öffnungen 50 durchsetzenden Befestigungsmitteln ortsfest gehalten. Hierdurch läuft der Planetenradträger 18 als Abtrieb um, wobei an den Gewindebohrungen 38 die Antriebswelle einer nicht gezeigten Maschine angeordnet ist.

Bei Zweckmäßigkeit wird alternativ der Planetenradträger 18 mittels der Gewindebohrungen 38 ortsfest gesetzt. Das dann als Abtrieb wirkende Hohlrad 14 treibt entsprechend eine Maschine an.

Bezugszeichen

2	Welle
4	Sonnenrad
6	Außenverzahnung
8	Planetenrad
10	Außenverzahnung
12	Innenverzahnung
14	Hohlrad
16	Planetenradachse
18	Planetenradträger
20	Sackloch
22	Durchgangsöffnung
24	Kugellager
26	Schulter
28	Axialbund
30	Einstich
32	Passscheibe
34	Scheibe
36	Flansch
38	Gewindebohrung
40	Außenumfangsfläche
42	Hülsenbund
44	Radialwellendichtring
46	Einstich
48	Einstich
50	Öffnung
52	Ringflansch
54	Innenfläche

56	Stirnfläche
58	Distanzstück
60	Bund
62	Einstellfeder
64	Gewindestift
66	Bohrung
$\alpha$	Achsneigungswinkel
$\beta$	Konuswinkel
$\delta$	Gesamtkonuswinkel

### Patentansprüche

1. Planetenradgetriebe mit an einem Planetenträger (18) drehwirksam gelagerten Planetenrädern (8), die im Zahneingriff mit einem innenverzahnten Hohlrad (14) und einem Sonnenrad (4) stehen, dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlrad (14) und die Planetenräder (8) konisch ausgebildet sind, dass die Planetenradachsen (16) unter einem Achsneigungswinkel ( $\alpha$ ) im Planetenradträger (18) gehalten sind, dass die Planetenräder (8) auf den ihnen zugeordneten Planetenradachsen (16) axial verschiebbar angeordnet sind, und dass die Position der Planetenräder (8) im Planetengetriebe durch Einstellmittel für eine Verzahnungsspieleinstellung einstellbar ist.

2. Planetenradgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sonnenrad (4) eine zumindest angenähert zylindrische Außenverzahnung (6) aufweist.

3. Planetenradgetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Konuswinkel ( $\beta$ ) der Zahnflanken der Planetenräder (8) derart auf den Achsneigungswinkel ( $\alpha$ ) der Planetenradachsen (16) abgestimmt ist, dass die Zahnflanken des Sonnenrads (4) und die Zahnflanken der Planetenräder (8) sich über die gesamte Zahnbreite berühren.

4. Planetenradgetriebe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Achsneigungswinkel ( $\alpha$ ) der Planetenradachsen (16) zumindest angenähert dem Konuswinkel ( $\beta$ ) der Zahnflanken der Planetenräder (8) entspricht.



5. Planetenradgetriebe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Achsneigungswinkel ( $\alpha$ ) der Planetenradachsen (16) zumindest angenähert der Hälfte des Konuswinkels der Zahnflanken des Hohlrades (14) entspricht.

6. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenträger (18) in dem Hohlrad (14) drehbar gelagert ist.

7. Planetenradgetriebe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Lager (24) beiderseits der Verzahnungsebene der Planetenräder (8) vorgesehen sind.

8. Planetenradgetriebe nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lager (24) zwischen dem Hohlrad (14) und dem Planetenträger (18) als Schräglager (24) in O-Anordnung ausgebildet sind.

9. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenträger (18) mit einer Abtriebswelle des Getriebes verbunden ist.

10. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sonnenrad (4) auf einer Antriebswelle (2) eines Antriebsmotors befestigt ist.

11. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellmittel zwischen dem Planetenradträger (18) und den Planetenrädern (8) wirksam angeordnet sind.

12. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellmittel zwischen Planetenradträger (18) und Hohlrad (14) wirksame, deren relative axiale Lage zueinander bestimmende Passscheiben (32) und/oder Distanzscheiben (34) umfassen.

13. Planetenradgetriebe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen Planetenradträger (18) und Planetenrädern (8) wirksam angeordneten Einstellmittel als koaxial zu den Planetenradachsen (16) angeordnete Distanzstücke (58) ausgebildet sind.

14. Planetenradgetriebe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen Planetenradträger (18) und Planetenrädern (8) wirksam angeordneten Einstellmittel als koaxial zu den Planetenradachsen (16) angeordnete Einstellfedern (62) ausgebildet sind.

15. Planetenradgetriebe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen Planetenradträger (18) und Planetenrädern (8) wirksam angeordneten Einstellmittel als in den Planetenradträger (18) eingesetzte, stufenlos zustellbare Gewindestifte (64) ausgebildet sind.

16. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Planetenräder (8) und/oder das Hohlrad (14) einen Einstich (46,48) aufweisen.

17. Planetenradgetriebe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der in den Planetenrädern (8) ausgebildete Einstich (46) rotationssymmetrisch umlaufend ausgebildet ist.

18. Planetenradgetriebe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere umfangsbeabstandete Einstiche (46) in den Planetenrädern (8) angeordnet sind.

19. Planetenradgetriebe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Übersetzungsverhältnis des Getriebes einen Wert hat, der kleiner oder gleich zwölf ist.

1 / 2

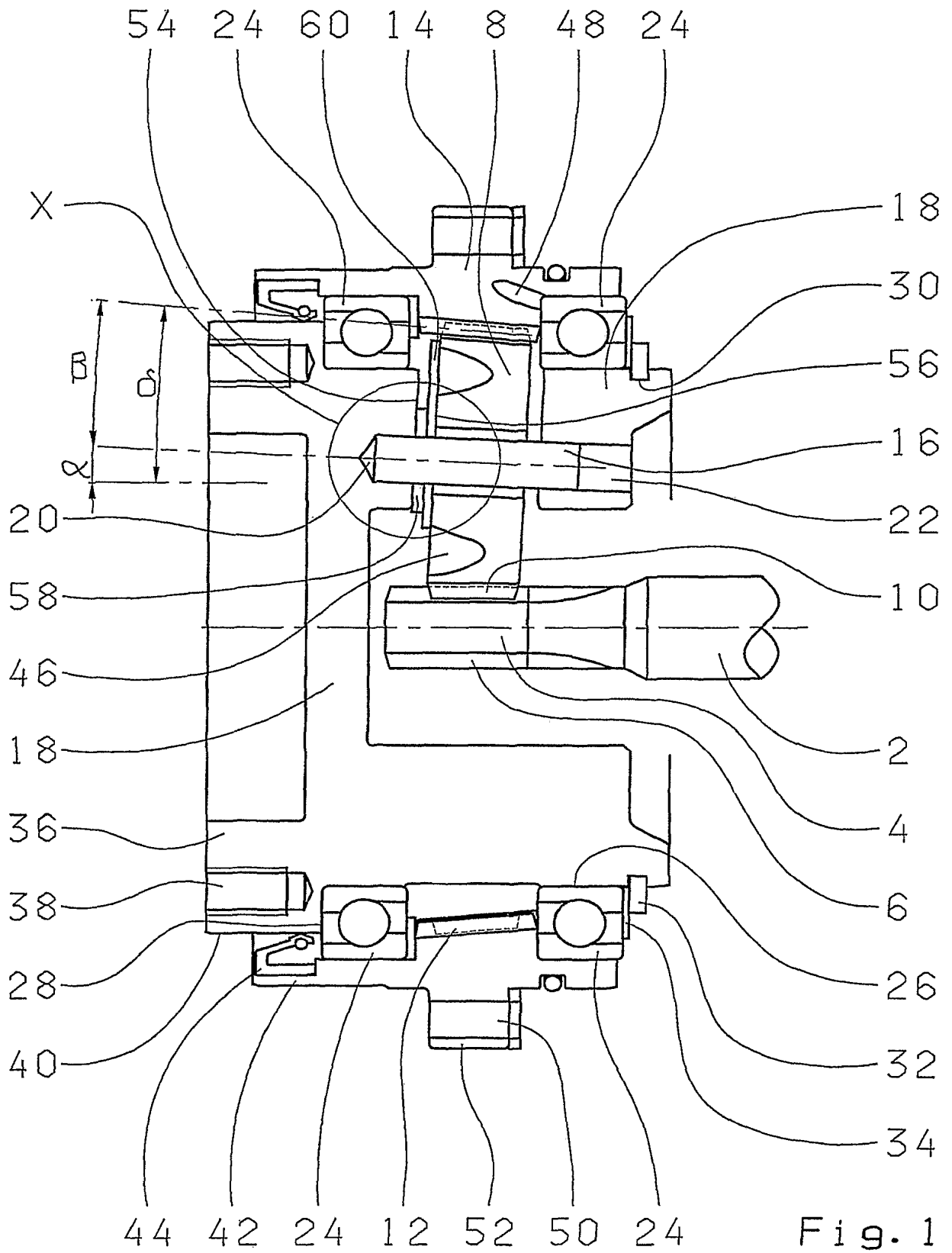


Fig. 1

2/2

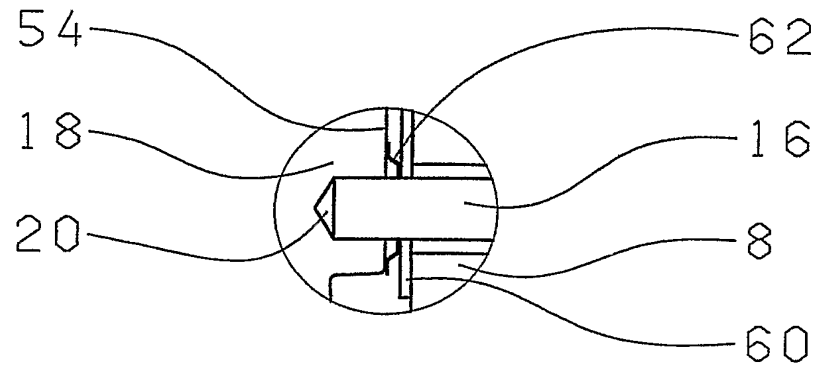


Fig. 2

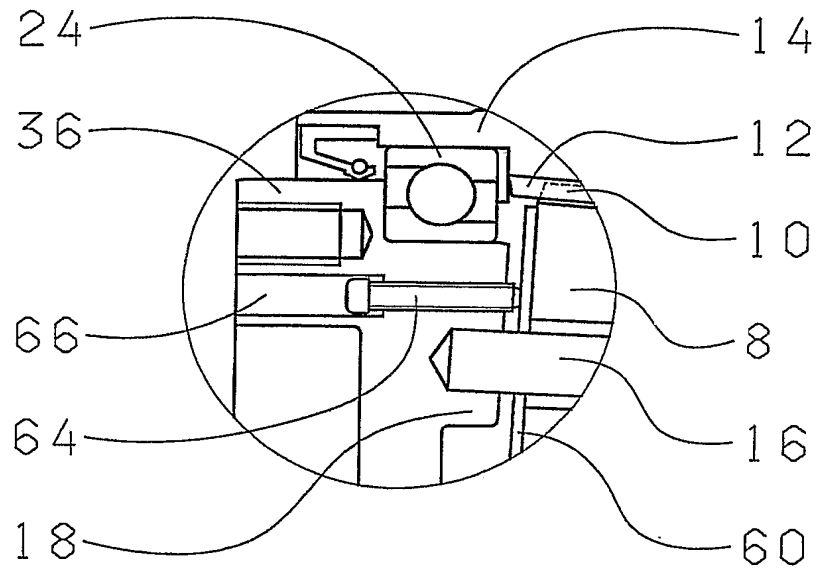


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/000358

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H1/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 188 002 A (ZF FRIEDRICHSHAFEN AKTIENGESELLSCHAFT) 20 March 2002 (2002-03-20) abstract; figure 1 paragraphs '0010!', '0015!', '0025!	1-8, 10
Y	-----	9, 12, 16-19
Y	DE 197 20 255 A1 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046 FRIEDRICHSHAFEN, DE) 10 December 1998 (1998-12-10) abstract; figures 2,4-8 column 2, line 57 - column 3, line 17 column 8, lines 28-55 column 9, lines 18-26	16-18
A	----- -/-	1-7, 10-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2005

Date of mailing of the international search report

28/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Daieff, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2005/000358

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 296 376 A (WITTENSTEIN, MANFRED, DIPL.-ING) 28 December 1988 (1988-12-28) abstract; figure 1 column 3, lines 49-58	9,12,19
A		1
Y	DE 195 25 831 A1 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046 FRIEDRICHSHAFEN, DE) 16 January 1997 (1997-01-16) abstract; figure 1	16-18
A		1,10,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000358

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1188002	A	20-03-2002	DE 19928385 A1 DE 50000845 D1 WO 0079149 A1 EP 1188002 A1	28-12-2000 09-01-2003 28-12-2000 20-03-2002
DE 19720255	A1	10-12-1998	AT 200343 T DE 59800597 D1 WO 9851943 A1 EP 0981697 A1 JP 2001525044 T US 6220984 B1	15-04-2001 10-05-2001 19-11-1998 01-03-2000 04-12-2001 24-04-2001
EP 0296376	A	28-12-1988	DE 3721064 A1 DE 3863703 D1 EP 0296376 A2	05-01-1989 22-08-1991 28-12-1988
DE 19525831	A1	16-01-1997	DE 59604785 D1 WO 9704249 A1 EP 0839293 A1 JP 11509299 T US 5957804 A	27-04-2000 06-02-1997 06-05-1998 17-08-1999 28-09-1999



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000358

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16H1/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 188 002 A (ZF FRIEDRICHSHAFEN AKTIENGESELLSCHAFT) 20. März 2002 (2002-03-20) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze '0010!', '0015!', '0025!	1-8, 10
Y		9, 12, 16-19
Y	DE 197 20 255 A1 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046 FRIEDRICHSHAFEN, DE) 10. Dezember 1998 (1998-12-10) Zusammenfassung; Abbildungen 2, 4-8 Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 17 Spalte 8, Zeilen 28-55 Spalte 9, Zeilen 18-26	16-18
A		1-7, 10-15
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Daieff, B

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 2005/000358

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 296 376 A (WITTENSTEIN, MANFRED, DIPL.-ING) 28. Dezember 1988 (1988-12-28) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 3, Zeilen 49-58	9,12,19
A	-----	1
Y	DE 195 25 831 A1 (ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046 FRIEDRICHSHAFEN, DE) 16. Januar 1997 (1997-01-16) Zusammenfassung; Abbildung 1	16-18
A	-----	1,10,12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000358

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1188002	A	20-03-2002	DE 19928385 A1	28-12-2000
			DE 50000845 D1	09-01-2003
			WO 0079149 A1	28-12-2000
			EP 1188002 A1	20-03-2002
DE 19720255	A1	10-12-1998	AT 200343 T	15-04-2001
			DE 59800597 D1	10-05-2001
			WO 9851943 A1	19-11-1998
			EP 0981697 A1	01-03-2000
			JP 2001525044 T	04-12-2001
			US 6220984 B1	24-04-2001
EP 0296376	A	28-12-1988	DE 3721064 A1	05-01-1989
			DE 3863703 D1	22-08-1991
			EP 0296376 A2	28-12-1988
DE 19525831	A1	16-01-1997	DE 59604785 D1	27-04-2000
			WO 9704249 A1	06-02-1997
			EP 0839293 A1	06-05-1998
			JP 11509299 T	17-08-1999
			US 5957804 A	28-09-1999